

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

B7

(11)Publication number : 2002-170585

(43)Date of publication of application : 14.06.2002

(51)Int.Cl.

H01M 8/04

H01M 8/06

(21)Application number : 2000-368485

(71)Applicant : NISSAN MOTOR CO LTD

(22)Date of filing : 04.12.2000

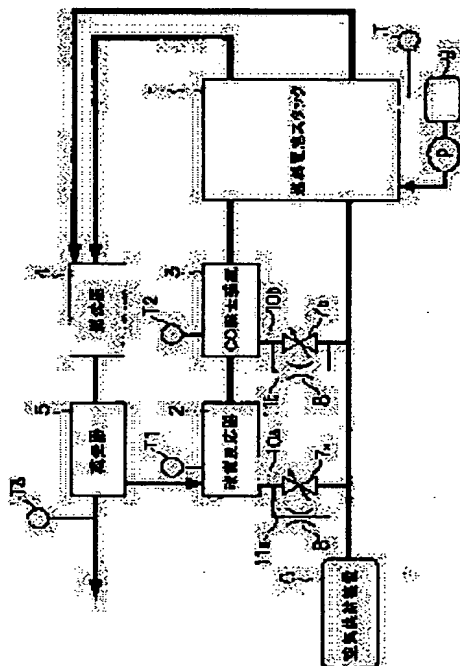
(72)Inventor : IIO MASATOSHI  
IWASAKI YASUKAZU

## (54) FUEL BATTERY DEVICE

## (57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide a fuel battery device capable of efficient waiting operation with high precision while suitable for mounting on a mobile body.

**SOLUTION:** There are switchably provided a first air supply flow channel 10a, running from an air supply device 6 to a modification reaction device 2, having a relatively large flow-rate characteristics which comprises a flow-rate control valve 7 controlled for open-degree according to operation conditions, and a second air supply flow channel 11a wherein the flow-channel area is so set with a fixed stop 8 as to have a lower flow-rate characteristics relative to the first air supply flow channel 10a. In normal operation condition, the air flow rate is controlled according to the operation state based on a variable flow-rate characteristics using the first air supply flow channel 10a. In a waiting operation condition, it is switched to the second air supply flow channel 11a and a required air is supplied only through the fixed stop 8.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

24.04.2003

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

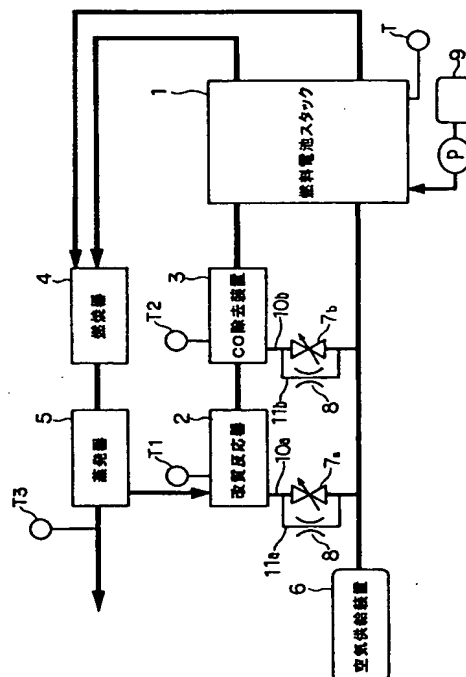
[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】燃料電池スタックに供給する改質ガスを生成する改質ガス供給装置と、この改質ガス供給装置に空気を供給する空気供給装置とを備えた燃料電池装置において、

前記空気供給装置から改質ガス供給装置に至る空気流路として、運転状態に応じて可変的に開度制御される流量制御弁を備えた第1の空気供給流路と、前記第1の空気供給流路に比較して小さな流量特性を有するように流路面積を設定した第2の空気供給流路とを設け、前記第1の空気供給流路を用いた可変的な流量特性に基づく通常運転状態、または前記第2の空気供給流路のみによる固定的な流量特性に基づく待機運転状態とに切換可能とした燃料電池装置。

【請求項2】請求項1に記載の燃料電池装置において、前記第2の空気供給流路の流路面積を、燃料電池装置のあらかじめ定めた部位の温度が基準値以上となるように、かつ通常運転状態での設定最小負荷よりも小さな負荷領域で改質ガス供給装置が運転されるように設定した燃料電池装置。

【請求項3】請求項1または請求項2に記載の燃料電池装置において、前記待機運転状態では、あらかじめ定めた部位の温度が設定上限温度を超えたときに運転を停止し、通常運転状態へと移行したときに連続運転が可能である下限温度よりも高い温度に設定した設定下限温度にて運転を再開するようにした燃料電池装置。

【請求項4】請求項3に記載の燃料電池装置において、待機運転状態での運転停止と再運転とを、改質ガス発生装置の反応器温度、該反応器出口ガス温度、CO除去装置温度、該CO除去装置出口ガス温度、蒸発器温度、該蒸発器出口ガス温度の少なくとも何れかに基づいて制御するようにした燃料電池装置。

【請求項5】請求項1に記載の燃料電池装置において、前記第1の空気供給流路と第2の空気供給流路は、それぞれに空気供給装置を備え、互いに独立した空気供給流路を構成する燃料電池装置。

【請求項6】請求項1に記載の燃料電池装置において、前記第2の空気供給流路は、流量制御弁の弁体に開口した貫通口で構成し、該流量制御弁を全開させて前記貫通口により固定的な流量特性を付与するようにした燃料電池装置。

【請求項7】請求項1または請求項2に記載の燃料電池装置において、待機運転状態では、燃料電池スタックおよび燃料電池冷却装置の温度が基準値以上となるように発電を行うようにした燃料電池装置。

【請求項8】請求項1または請求項2に記載の燃料電池装置において、待機運転状態では、燃料電池スタックへの改質ガスおよび空気供給を遮断して発電を停止するようにした燃料電池装置。

【請求項9】請求項8に記載の燃料電池装置において、

燃料電池スタックをバイパスして改質ガスおよび空気を燃焼器に供給するようにした燃料電池装置。

【請求項10】請求項1または請求項2に記載の燃料電池装置において、前記第2の空気供給流路に、開放時に所要の流量特性となる遮断弁を介装した燃料電池装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は改質装置を備えた燃料電池装置に関し、特に燃料電池自動車のように運転負荷域の広い移動体への搭載に適した燃料電池装置の改良に関する。

## 【0002】

【従来の技術と解決すべき課題】改質型燃料電池システムにおいて、燃料電池の電極の劣化を抑えるために、燃料電池の最低出力を25～30%とする一方、この出力で余剰となる電力を水の電気分解に用いることで待機運転を行わせて、起動から自立運転への移行を速やかに行い、いつでも外部に電気出力を送り出せるように図ったものがある（特開平8-306379号公報参照）。

【0003】しかしながら、このような燃料電池システムにおいては、燃料電池の出力は25～30%であるものの、前記燃料電池の最低出力の一部による水の電気分解で利用可能となる改質ガスを発生させて燃料電池に供給し、不足する改質ガス分は改質ガス発生装置から供給させるようにしているので、改質ガス発生装置の負荷は待機運転では通常負荷運転に比べて非常に小さな値となる。

【0004】このため、改質ガス発生装置は、定格からこの待機運転を含む小負荷までの運転を実現する必要があり、改質ガス発生装置への供給空気量を制御する流量制御弁は極めて大きな流量制御域を制御しなければならず、このような可変的な流量制御を特に待機運転状態において精度よく行うことは困難である。

【0005】また、この装置では待機運転状態で水の電気分解も行うため、改質ガス発生装置での消費に加えてさらに水の消費量が増えるため、外部からの水の常時補給が受けられない移動体用の改質型燃料電池システムとして構成するには不適當である。

【0006】本発明はこのような従来の問題点に着目してなされたもので、高精度で効率のよい待機運転を行うことができ、かつ移動体への搭載に適した燃料電池装置を提供することを目的としている。

## 【0007】

【課題を解決するための手段】第1の発明は、燃料電池スタックに供給する改質ガスを生成する改質ガス供給装置と、この改質ガス供給装置に空気を供給する空気供給装置とを備えた燃料電池装置において、前記空気供給装置から改質ガス供給装置に至る空気流路として、運転状態に応じて可変的に開度制御される流量制御弁を備えた第1の空気供給流路と、前記第1の空気供給流路に比較

して小さな流量特性を有するように流路面積を設定した第2の空気供給流路とを設け、前記第1の空気供給流路を用いた可変的な流量特性に基づく通常運転状態、または前記第2の空気供給流路のみによる固定的な流量特性に基づく待機運転状態とに切換可能とした。

【0008】第2の発明は、前記第2の空気供給流路の流路面積を、燃料電池装置のあらかじめ定めた部位の温度が基準値以上となるように、かつ通常運転状態での設定最小負荷よりも小さな負荷領域で改質ガス供給装置が運転されるように設定した。

【0009】第3の発明は、前記第1または第2の発明において、待機運転状態では、あらかじめ定めた部位の温度が設定上限温度を超えたときに運転を停止し、通常運転状態へと移行したときに連続運転が可能である下限温度よりも高い温度に設定した設定下限温度にて運転を再開するようにした。

【0010】第4の発明は、前記第3の発明において、待機運転状態での運転停止と再運転とを、改質ガス発生装置の反応器温度、該反応器出口ガス温度、CO除去装置温度、該CO除去装置出口ガス温度、蒸発器温度、該蒸発器出口ガス温度の少なくとも何れかに基づいて制御するようにした。

【0011】第5の発明は、前記第1の発明における第1の空気供給流路と第2の空気供給流路を、それぞれに空気供給装置を備え、互いに独立した空気供給流路を構成するものとした。

【0012】第6の発明は、前記第1の発明における第2の空気供給流路を、流量制御弁の弁体に開口した貫通口で構成し、該流量制御弁を全閉させて前記貫通口により固定的な流量特性を付与するようにした。

【0013】第7の発明は、前記第1または第2の発明において、待機運転状態では、燃料電池スタックおよび燃料電池冷却装置の温度が基準値以上となるように発電を行うようにした。

【0014】第8の発明は、前記第1または第2の発明において、待機運転状態では、燃料電池スタックへの改質ガスおよび空気供給を遮断して発電を停止するようにした。

【0015】第9の発明は、前記第8の発明において、燃料電池スタックをバイパスして改質ガスおよび空気を燃焼器に供給するようにした。

【0016】第10の発明は、前記第1または第2の発明において、第2の空気供給流路に、開放時に所要の流量特性となる遮断弁を介装した。

【0017】

【作用・効果】前記第1の発明によれば、燃料電池自動車等の移動体に燃料電池システムを適用した場合の通常運転時の要求負荷の変動に対しては流量制御弁を備えた第1の空気供給流路を用いた可変的な流量制御にて対応し、負荷の小さいアイドル運転時等には比較的小さい流

量特性に固定された第2の空気供給流路を用いて待機運転状態とすることができる。

【0018】この場合、流量制御弁は前記待機運転状態を除く通常運転の運転範囲だけ制御可能であればよいので、通常運転状態で必要な制御精度を確保するのが容易である。一方、待機運転状態の空気供給は固定的な流量特性に切り換えて行うため、小負荷用の制御弁等を設ける必要がなく、システム構成および制御を単純化できる。

10 【0019】前記固定的な流量特性は、例えば第2の発明として示したように設定する。すなわち、第2の空気供給流路の流路面積を、燃料電池装置のあらかじめ定めた部位、例えば改質ガス発生装置の反応器の温度が基準値以上となるように、かつ可変負荷運転時の設定最小負荷よりも小さな負荷領域で改質ガス供給装置が運転されるように設定しておく。これにより待機運転状態での反応器の温度を高く保ち、要求負荷が増大したときに速やかに燃料電池を立ち上げることができる。

20 【0020】前記第3の発明によれば、待機運転状態では、あらかじめ定めた部位の温度が設定上限温度を超えたときに運転を停止し、通常運転状態へと移行したときに連続運転が可能である下限温度よりも高い温度に設定した設定下限温度にて運転を再開するようにしたことから、外気温等の運転条件にかかわらず改質ガス発生装置の運転・停止制御により待機運転状態を継続させることができる。また、燃料電池システムが通常運転可能な温度域に常に維持されているので、燃料電池装置の出力が必要な際に短時間で出力を発生させることができ、このため出力発生までの車両走行等に必要の電力量を小さく抑えることができ、それだけ2次電池からの電力補助量を少なくすることができる。

30 【0021】前記第3の発明において改質ガス発生装置の運転・停止制御の基準となる温度としては、例えば第4の発明として示したように、改質ガス発生装置の反応器温度、該反応器出口ガス温度、CO除去装置温度、該CO除去装置出口ガス温度、蒸発器温度、該蒸発器出口ガス温度の少なくとも何れかを検出するように図る。改質反応器温度またはその出口ガス温度を基準とした場合は、待機運転状態において通常運転状態に遅れなく移行しうる状態に管理するのが容易となる。または、CO除去装置またはその出口ガス温度を基準とした場合は、待機運転状態から通常運転状態に移行した際に、燃料電池スタックにただちに供給可能な改質ガスを送ることができる。また、蒸発器またはその出口ガス温度を基準とした場合には、待機運転状態から通常運転状態への移行のために多量の燃料を蒸発器に導入したとしても、蒸発器で速やかに燃料を蒸発させ、容易に通常運転を継続させることができる。

50 【0022】前記第5の発明によれば、前記第1の空気供給流路と第2の空気供給流路を、それぞれに空気供給

装置を備え、互いに独立した空気供給流路を構成して、待機運転状態とするための固定的流量特性下での必要空気と、通常運転状態での必要空気とをそれぞれの空気供給装置により独立して供給しうるようにしたことから次のような効果が得られる。すなわち、定格出力に対応する通常運転状態のための空気供給装置を待機運転のような小流量域で使用すると効率が低下してしまうが、本発明では通常運転状態と待機運転状態のそれぞれの必要空気流量に個々に対応できるので、それぞれの運転状態での必要空気流量に対して空気供給装置を最適化して効率を向上させることができる。

【0023】前記第6の発明によれば、待機運転状態での改質ガス発生装置に供給する空気供給流路は、通常運転状態で用いる空気供給流路と同一流路であり、待機運転状態にて改質ガス発生装置へ供給する空気量は、流量制御弁全閉状態で貫通口を介して管理される。すなわち、待機運転のための独立した空気供給流路を持たないので、システム構成の簡略化および小型化が図れる。

【0024】前記第7の発明によれば、待機運転状態で燃料電池スタックおよび燃料電池冷却装置が保温されるように燃料電池による発電を行うようにしたことから、待機運転状態が長時間継続しても、燃料電池およびその冷却水の温度が維持され、したがって通常運転状態に移行した際に速やかに所要の燃料電池出力が得られる。

【0025】前記第8の発明によれば、待機運転状態では燃料電池スタックへの改質ガスおよび空気供給を遮断して発電を停止するようにしたことから、燃料電池を発電・温度維持しているよりも、小さな負荷で待機運転を行うことができ、時間当たりの燃料消費を抑えることができる。

【0026】前記第9の発明によれば、前記第8の発明の効果に加え以下のような効果が得られる。すなわち、CO濃度を低く抑えるために、CO除去装置で酸化反応を行う必要がなく、温度維持のみに合わせて運転可能であるため、CO除去装置での反応分を小さくでき、それだけ待機運転負荷を小さくできる。さらに、CO濃度を低く抑えるために、改質ガス発生装置内のガス成分分布を均一に保つ必要がないため、改質反応器およびCO除去装置を供給空気の分配性を考慮しない簡単な構成とすることができる。

【0027】前記第10の発明によれば、待機運転状態とするための第2の空気供給流路に、開放時に所要の流量特性となる遮断弁を介装したことから、第1の空気供給流路により通常運転を行う際に、待機運転用の第2の空気流路から空気が流入するのを遮断弁にて遮断することができ、したがって、この第2空気供給流路の流量を配慮した空気流量制御をしなくて済み、それだけ制御が容易になり、あるいは制御精度を高めることができる。

【0028】

【発明の実施の形態】以下本発明の実施形態を図面に基

ついて説明する。図1～図5は本発明の第1の実施形態である。この燃料電池装置は、図1に示すように、燃料電池スタック1、改質反応器2、CO除去装置3、燃焼器4、蒸発器5、空気供給装置6等からなる改質型燃料電池システムを構成する。なおこの実施形態では前記改質反応器2とCO除去装置3とが本発明の改質ガス発生装置に相当する。

【0029】燃料電池スタック1には、改質反応器2にて生成されCO除去装置3により十分にCO除去された改質ガスと、コンプレッサまたはブロアー等からなる空気供給装置6からの空気が供給され、これにより燃料電池スタック1が車両等の移動に必要な電気出力を発生する。燃焼器4は、燃料電池スタック1の排空気と排改質ガスを燃焼させ、この燃焼熱を利用して蒸発器5が図示しない燃料系統から供給される燃料を蒸発させて改質反応器2に供給する。T1～T3は、それぞれ改質反応器2の反応器温度、CO除去装置3の反応器温度、蒸発器5の出口ガス温度を検出するための温度センサである。

【0030】改質反応器2およびCO除去装置3における反応のために、空気供給装置6と前記各装置とを接続する空気供給流路10a、10b（本実施形態における第1の空気供給流路）を介して、それぞれの流量制御弁7a、7bにより制御された空気が供給される。前記空気供給流路10a、10bには、それぞれ流量制御弁7a、7bを迂回するバイパス通路（本実施形態における第2の空気供給流路）11a、11bが設けられ、各バイパス通路11a、11bにはそれぞれ後述する所要の空気流量に制御するための固定絞り8が設けられる。なおバイパス通路11a、11b及び固定絞り8を設ける代わりに、流量制御弁7a、7bの弁体に所定開口面積の貫通口を形成し、流量制御弁7a、7bを全閉状態としたときに該貫通口を介して空気供給を行う構成とするか、あるいは流量制御弁7a、7bを全閉状態で微少な固定流量が流れるように構成してもよい。または、固定絞り8を設ける代わりに、開放時の開口面積が所要の流量特性となるような遮断弁をバイパス通路11a、11bに設けた構成としてもよい。

【0031】この燃料電池装置には、図2に示すように、改質型燃料電池システムとしての運転効率が最も高い最高効率運転点と定格運転（100%負荷）を含む通常運転範囲と、通常運転範囲よりも負荷が小さく、移動体として必要な際に速やかに燃料電池より出力を取り出すことが可能な待機運転状態とが設定され、各運転状態に対応するように空気供給流量の制御状態が切り換えられる。以下、この点につき図3に示した流れ図を参照しながら説明する。図3は図示しないマイクロコンピュータ等からなる制御系が周期的に実行する処理の概略を表している。

【0032】まず車両のアクセル開度や車速に基づいて運転域が判定され、通常運転状態とすべき運転域では、

そのときの要求負荷等に応じて所要の燃料電池出力が得られるように、流量制御弁7a、7bの開度および空気流量が可変制御される(S1、S9)。一方、たとえば車両が停止したアイドル相当の状態では待機運転となり、この場合は流量制御弁7a、7bは全閉とされ、固定絞り8を介しての空気のみが供給される(S2)。このときの空気量および燃料量は、燃料電池スタック1と燃料電池冷却装置9の温度が所定値に維持される以上の発熱量を発生するように調整されている。すなわち前記固定絞り8(または貫通口)の開口面積は、待機運転状態で改質反応器2およびCO除去装置3の反応に必要な空気量が、待機運転での空気供給装置6の吐出圧力にて得られるようにあらかじめ調整されている。

【0033】次に、待機運転状態下では、改質反応器2の温度センサT1の出力に基づき、図4の待機運転制御(1)で示すように、改質反応器2が性能劣化しない上限温度 $t_1$ と、改質反応器2全体が反応に必要な温度に維持される下限温度 $t_2$ を基準として、実際の反応器温度 $t$ (T1出力)がこの上下限温度内に設定された温度域内に収まるように、空気供給装置6の運転停止または再運転を行って燃料電池システムの運転停止・再開の制御を行い、燃料電池スタック1を温度維持する(S4～S8)。

【0034】あるいは、図5の待機運転制御(2)で示したように、改質反応器2の温度に比べて、蒸発器5の温度は遅れ時間 $\Delta T$ を伴って同様に变化するが、蒸発器5の熱的耐久性による上限温度または必要な蒸発性能を確保する下限温度は改質反応器2とは異なることから、この蒸発器5の上下限温度に対しても温度制御範囲を設定し、その温度センサT3からの信号に基づき、改質反応器2のみならず、蒸発器5も前記温度範囲内に収まるように燃料電池システムの運転停止・再開の制御を行う。センサT2からのCO除去装置3の反応器温度を検出する場合も同様であり、各々の温度があらかじめ定めた許容温度範囲となるように運転停止・再運転を行う。

【0035】この実施形態によれば、次のような効果が得られる。すなわち、温度センサT1の出力に基づき運転停止・再運転制御を行う場合には、改質反応器2への供給空気量を制御する流量制御弁7aは、待機運転状態を除く通常運転の運転範囲だけ制御可能であれば良いので、この範囲の制御精度を確保するのが容易である。また、待機運転状態の空気供給を、固定絞り8を用いて行うため、小負荷用の制御弁を設ける必要がなく、システム構成および制御ロジックを単純にできる。一方、改質反応器2の運転停止・再運転制御により、外気温等の雰囲気条件にかかわらず、待機運転状態を継続することができる。また、温度センサT1、T2、T3の出力に基づき運転停止・再運転制御を行う場合には、改質反応器2またはCO除去装置3等の反応器が常に通常運転可能

な温度域に維持されるので、燃料電池システムの出力が必要な際に、短時間で出力を発生することができ、このため出力発生までの走行に必要な電力量を小さく抑えることができ、2次電池からの電力補助量をそれだけ少なくすることができる。

【0036】また、運転停止・再運転制御を改質反応器温度を基準として行うことで、待機運転状態から通常運転状態に遅れなく移行できる状態に管理するのが容易である。あるいは、CO除去装置3または、その下流ガス温度を基準として運転停止・再運転を制御することで、待機運転状態から通常運転状態に移行した際に、燃料電池スタック1にすぐに供給可能な改質ガスを送ることが容易に制御できる。また、蒸発器5または、蒸発器出口ガス温度を基準として運転停止・再運転を制御することで、待機運転状態から通常運転状態への移行のために多量の燃料を蒸発器5に導入しても、蒸発器5ですぐに燃料を蒸発させて通常運転を継続することが容易にできる。

【0037】図6は、本発明の第2の実施形態である。第1の実施形態と異なる部分のみ説明し、共通の部分は説明を省略する。この実施形態では、空気供給装置6から燃料電池スタック1に至る流路10の途中から分岐し、燃料電池スタック1をバイパスして燃焼器4に空気を供給する流路13-1と、CO除去装置3から燃料電池スタック1に至る流路15の途中から分岐し燃料電池スタック1をバイパスして燃焼器4に改質ガスを供給する流路13-2とを設け、前記各分岐点に燃料電池スタック1への供給またはバイパスを切り換える切換弁12を設ける。この切換弁12により、待機運転状態では、燃料電池スタック1をバイパスして燃焼器4に流れるように空気と改質ガスの流路を切り換え、燃料電池スタック1での発電を停止させる。

【0038】この実施形態によれば、待機運転状態では空気と改質ガスをバイパスすることで燃料電池スタック1の作動を停止させるようにしたことから、燃料電池の発電・温度維持をしているよりも、小さな負荷で待機運転を行うことができ、それだけ時間当たりの燃料消費を抑えることができる。また、CO濃度を低く抑えるために、CO除去装置3で酸化反応を行う必要がなく、温度維持のみに合わせて運転可能であるため、CO除去装置3での反応分を小さくでき、待機運転負荷を小さくできる。さらに、CO濃度を低く抑えるために改質反応器2内のガス成分分布を均一に保つ必要がないため、供給空気の改質反応器2およびCO除去装置3での分配性を考慮する必要もなくなり、それだけ各装置を簡単な構成とすることができる。

【0039】図7は本発明の第3の実施形態である。第2の実施形態と異なる部分のみ説明し、共通の部分は説明を省略する。この実施形態では、空気供給装置として、通常運転状態で用いる空気供給装置6と、これより

も小流量の空気供給装置14を備え、待機運転状態では通常運転用の空気供給装置6を停止させ、待機運転用の空気供給装置14を運転する。この場合、空気供給装置12から改質反応器2やCO除去装置3に空気を供給する流路11にのみ固定絞り8が備えられる。また、待機運転状態では空気供給装置6と燃料電池スタック1とを接続する流路10はその途中に介装された遮断弁16により遮断される。

【0040】燃料電池装置の定格出力に合わせた大流量の空気供給装置のみを用いて待機運転状態に対応する小流量の空気供給を行おうとすると効率が低下するが、この実施形態によれば通常運転状態と待機運転状態のそれぞれに対応する空気供給装置6と14とにより空気供給が行われるので、前述のような効率の低下を回避してシステム効率を向上させることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1の実施形態の概略構成図。

【図2】第1の実施形態の運転域の説明図。

【図3】第1の実施形態の制御内容の概略を表した流れ図。

【図4】第1の実施形態による温度制御の一態様を示す説明図。

【図5】第1の実施形態による温度制御の他の態様を示す説明図。

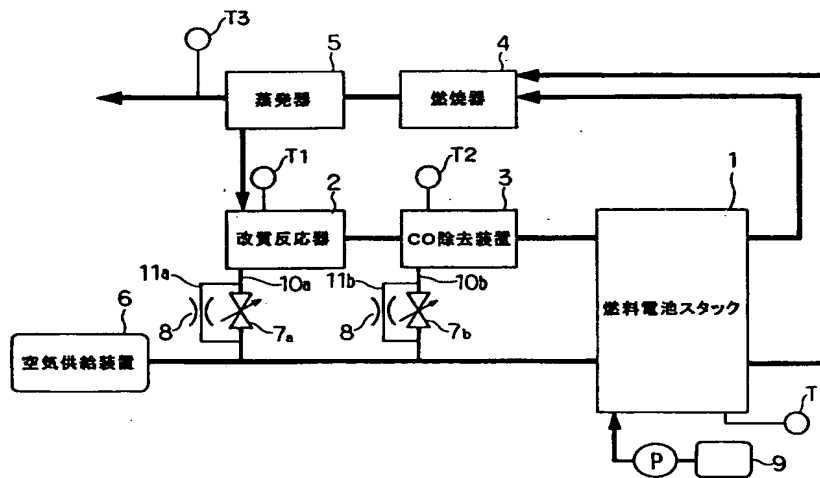
【図6】本発明の第2の実施形態の概略構成図。

【図7】本発明の第3の実施形態の概略構成図。

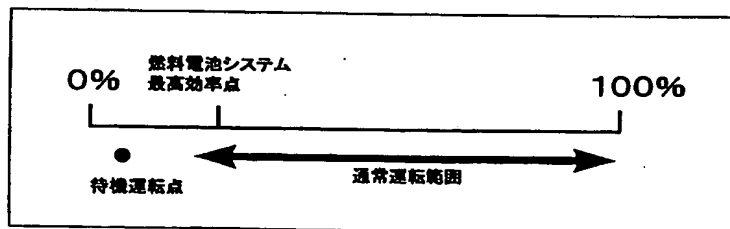
【符号の説明】

- 1 燃料電池スタック
- 2 改質反応器
- 3 CO除去装置
- 4 燃焼器
- 5 蒸発器
- 6 空気供給装置
- 7 a, 7 b 流量制御弁
- 8 固定絞り
- 9 冷却装置
- 10 a, 10 b 空気供給流路
- 11 a, 11 b バイパス流路
- 12 切換弁
- 20 T1~T3 温度センサ

【図1】



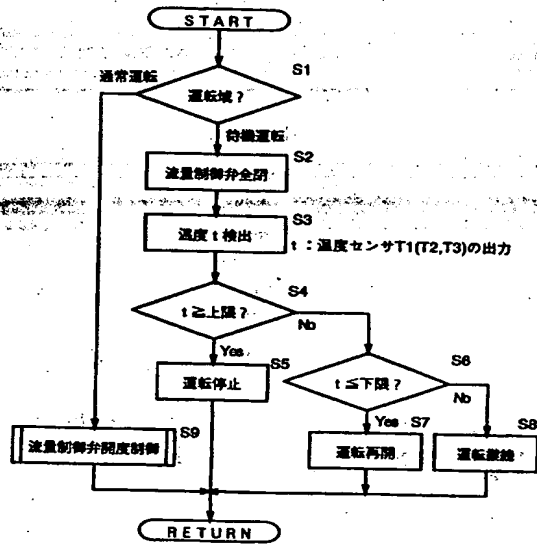
【図2】



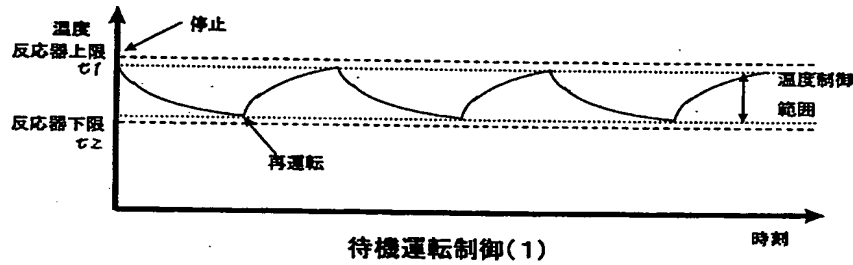


【図3】

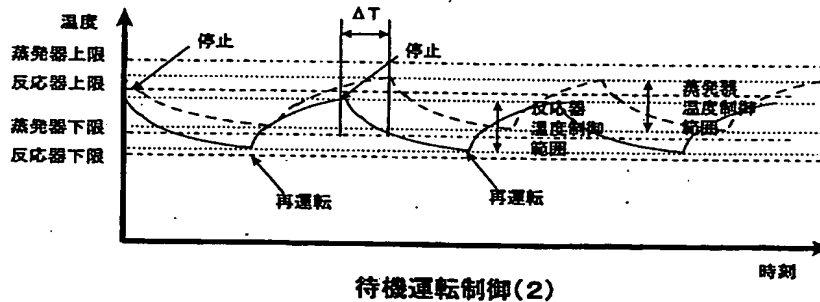
【図3】



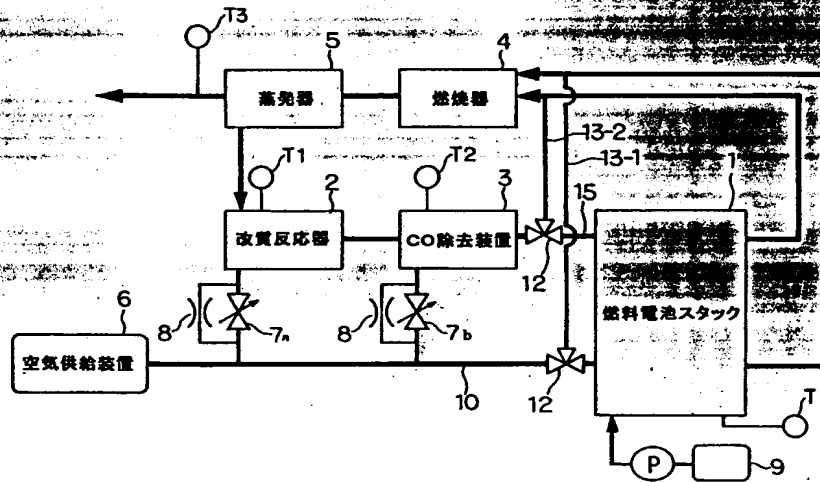
【図4】



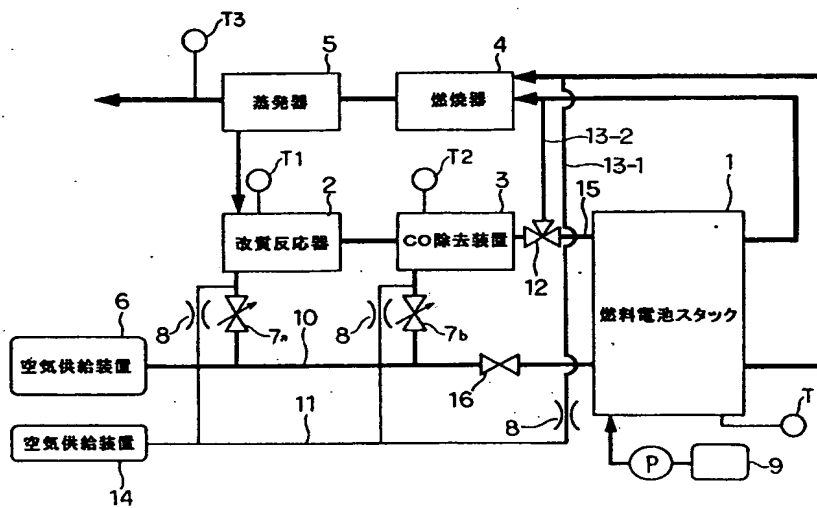
【図5】



【図6】



【図7】



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**